

Bírálat

Ruszinkó Endre

Képlékeny és kúszási alakváltozás modellezése a szintézis elmélet keretében
című doktori munkájáról

1. A dolgozat témája

A dolgozatban tárgyalt problémák időszerűek. Az értekezésben ismertetett kutatások az anyagtudomány fontos és ezidáig a maga teljességében megoldatlan területével, a kúszással foglalkoznak, és mutatnak be fontos és új eredményeket. Elméleti jelentősége mellett a téma a gyakorlati alkalmazások szempontjából is kiemelten fontos, melyekre a dolgozat is kitér.

2. Formai észrevételek

A dolgozat 110 oldal terjedelmű munka angol nyelven. A technikai kivitelezése igényes, színes ábrák, grafikonok és táblázatok illusztrálják a szöveget (59 fejezetek szerint rendezetten számozott ábra). Absztrakt, tartalomjegyzék, négy fejezet és irodalomjegyzék szerepel benne. Az irodalomjegyzék előtt egy „Következtetések, további kutatási irányok” megjelölésű rész szerepel.

Ez így szerkezetileg nem szerencsés, különösen azért, mert a 4. Fejezet egyes alfejezetei (három alfejezet) is „Következtetés” szakasszal zárulnak. Véleményem szerint szerencsésebb lett volna a 4. fejezet megbontása. Így az új eredményeket a tézisek szerint fejezetekbe lehetett volna sorolni, és elkerülhető lett volna a sok al-al-fejezet, belső számozatlan cím.

A dolgozat végén az irodalomjegyzék több mint 200 hivatkozást tartalmaz. A hivatkozások nem számozottak, hanem szerzők és évszám szerint vannak felsorolva. Sajnos az irodalomjegyzék tördelése elég sűrű, és emiatt az egyes idézett művek nem különülnek el eléggé egymástól.

3. A dolgozat részletes bírálata

A kutatás célja a kúszás és a képlékeny alakváltozás összefüggésének, a termikus és dinamikus mechanikai terhelés hatásának, az ultrahangos kezelés hatását vizsgálata. Kitér a változó terhelés alatti kúszás, a negatív Bauschinger effektus, rekurzív kúszás, kúszáskésedelem, illetve inverz kúszás számítási módjainak kutatására.

Az alkalmazott módszer, a szintézis elméleten alapszik, melyet korábban csak képlékeny alakváltozás esetében alkalmaztak. A dolgozat részletesen bemutatja a téma eddigi megközelítési módjai, azok hátrányait, ismerteti a szintézis elmélet lényegét és előnyeit a hagyományos eljárásokkal szemben. A bemutatott kutatás a szintézis elméletre alapozott módszernek az általánosítását és továbbfejlesztését tartalmazza. Ez a téma új megközelítése, és érdekes, a mérnöki

gyakorlatban is alkalmazható új tudományos eredményekre vezet. Az eredményeket 3 tézisben fogalmazza meg.

A dolgozat szerkezete, igen helyesen, a három tézis szerint rendeződik. Már az „Absztrakt” kiemeli (számozással is) a tézisekhez kapcsolódó témaköröket, mint az értekezés által megcélzott területeket.

Az első fejezet bevezetés, itt szerepel a dolgozatban részletesen tárgyalt témák felvetése. Kiemelten foglalkozik a szintézis elméletnek nevezett módszerrel, mely az értekezésben alapvető szerepet játszik. A dolgozat szerkezetét és az egyes fejezetek tartalmát is megismerhetjük.

A második fejezet a dolgozatba vizsgált három jelenség, illetve azok szakirodalmának részletes bemutatását tartalmazza. Az egyes jelenségek külön alfejezetekben szerepelnek, melyek végén rövid összefoglalás segíti a megértést.

A harmadik fejezet a Batdorf-Budiansky-féle csúszási elmélet és Sanders-féle folyási elmélet egyesítésével létrejövő szintézis elmélet részletes leírását tartalmazza. Kitér a módszer előzményeire, elmagyarázza az azt alkotó egyes részeket, azok fejlődését. Áttekinti a terület szakirodalmának legfrissebb eredményeit is. A fejezet világos, jól követhető, ábrákkal is megfelelően illusztrált. Megmutatja, hogy miként építhető fel a folyási és terhelési felület, illetve annak változása (keményedés), valamint a nem-rugalmas konstitutív egyenlet a szintézis elmélet szerint. Az értekezés a 45. oldalon egy (sajnos nem számozott) táblázatban össze is foglalja a szintézis elmélet alapvető egyenleteit. Az utolsó (3.9) alfejezetben speciális esetekben a szerző saját eredményire támaszkodva vizsgálja az egy csúszási rendszeren belüli alakváltozás differenciáljára vonatkozó (3.8.7) egyenletet. Ez az alfejezet már nem tartozik szorosabb értelemben a szakirodalmi áttekintéshez, mivel a szerző 2011-2016 közötti saját eredményeit is felhasználja benne.

A munka lényegi részét a negyedik fejezet adja.

Az első alfejezet (a szövegben tévesen „Chapter” áll) a lépcsőzetesen változó feszültség mellett jelentkező negatív kúszás, kúszási késedelem, illetve inverz kúszás vizsgálatával foglalkozik (1. Tézis). A 2.1 ábrán feltüntetett kísérleti eredményeket egy elvi ábrán (2.2 ábra) foglalja össze, mely a lépcsőzetesen eső feszültség (stress-drop test) mellett kialakuló alakváltozás-idő függvény. Az alfejezetben az ezen az alakváltozás-idő függvényen jelentkező keményedési, negatív kúszási, kúszás késleltetési és inverz kúszási szakaszok kialakulását magyarázza meg az általánosított szintézis elmélet felhasználásával. Ezután a javasolt új módszer szerinti számítási eredmények és a szakirodalom kísérleti eredményeinek összehasonlítása következik. Az alfejezet végén (Conclusion Thesis 1) szerepel az első tézis kimondása.

A második alfejezet (a szövegben ismét tévesen „Chapter” áll) a szerző által mechanikai-termikus kezelésnek nevezett — a 2.14, 2.15 elvi ábrákon bemutatott mechanikai alakítás majd hőkezelés — után fellépő szekunder kúszás esetére alkalmazza az általánosított szintézis elmélet képleteit. A vizsgálat célja a szekunder kúszás sebességének vizsgálata a mechanikai alakítás, a hőkezelés hőfoka és időtartama függvényében. A vizsgálathoz az előző fejezetben a szintézis elmélet felhasználásával levezetett képletek további általánosítása szükséges. Az alfejezet az elvégzett számítások eredményeit most is a szakirodalomban közölt kísérleti adatokkal veti össze, végül (Conclusion Thesis 2) a második tézis kimondása következik.

A harmadik (a szövegben ismét tévesen „Chapter” áll) az előzőekhez hasonlóan épül fel. A második fejezet ábráit (2.9, 2.10, 2.11, 2.17, 2.18 ábra) felidézve az ultrahang okozta keményedést, lágyulást, illetve az ultrahangos kezelés utáni szekunder kúszást vizsgálja a szintézis elméletből adódó képletek további általánosítása segítségével. Az ultrahang okozta keményedés azt jelenti,

hogy ultrahang hatására az amúgy terheletlen anyag folyáshatára megnő. Lágyulás akkor jelentkezik, ha az ultrahang okozta terhelés egy meglévő statikus terhelésre szuperponálódik. (2.2 alfejezet). A negyedik fejezet harmadik alfejezetében közölt számítás megadja az ultrahang okozta keményedés nagyságát az ultrahang által keltett feszültség-amplitúdó, a hőmérséklet és az ultrahangos kezelés időtartamának függvényében. Az alfejezetben közölt számítás statikus terhelés és ultrahang együttes jelenlétében alacsonyabb folyáshatárt ad, mint pusztán statikus teher mellett, ezzel leírja az ultrahang okozta lágyulás jelenségét. Végül az alfejezet az ultrahangos kezelés utáni szekunder kúszás sebességére is ad képletet, amiből meghatározható, hogy milyen időtartamú ultrahangos kezeléssel minimalizálható a szekunder kúszás sebessége. A korábbiakhoz hasonlóan, a harmadik alfejezet végén is a számítási eredmények és a szakirodalomban közölt kísérleti adatok összevetése, végül (Conclusion Thesis 3) a harmadik tézis kimondása következik.

Az értekezés végén a már korábban említett „Következtetések, további kutatási irányok” megjelölésű rész áll. Nem zavaró, de szerencsésebb lett volna pl. számozással elválasztani ezt a szakaszt a téziseket tartalmazó 4. Fejezettől.

4. A tézisek

Az 1. Tézis a lépcső szerűen változó feszültség alatti alakváltozásnak az általánosított szintézis elmélettel történő vizsgálatával foglalkozik. **A tézist elfogadom,**

A 2. Tézis a szintézis elméletnek olyan általánosításával foglalkozik, amely mechanikai-termikus kezelés után fellépő szekunder kúszás modellezésre vonatkozik. **A tézist elfogadom,**

A 3. Tézis az ultrahang okozta keményedést és lágyítást, illetve az előzetes ultrahang kezelésnek a szekunder kúszására kifejtett hatását leíró, a szintézis elmélet keretében kidolgozott modellel és annak alkalmazásával foglalkozik. **A tézist elfogadom.**

5. Kérdések a jelölthöz

1. A (3.7.2)-ben φ_N maradó deformáció intenzitás (irrecoverable deformation intensity) később a 45. oldalon viszont φ_N alakváltozás intenzitás (strain intensity). Ezek azonosak?
2. A 31-36. oldalakon a Tresca-féle folyási feltételt használja, a 42. oldalon hangsúlyozottan a von Mises-félét. Mi ennek az oka?
3. Az 1. Tézis tárgyalásánál a (4.1.83) -ban a 68. oldalon használja a (3.9.3) képletet a 46. oldalról. Mi a (3.9.3) képlet termodinamikai magyarázata?
4. A 73. oldalon szereplő 4.13b első ábrán a terhelési felületen csúcs van (nem differenciálható felület), az alatta lévő második ábrán már nincs csúcs (differenciálható felület), mi ennek az oka?
5. A 43. oldalon szereplő (3.8.4) definícióban mit jelöl a kis „s”?
6. Általánosítható-e a szintézis elmélet nem-lokális anyagok esetére? Például a szemcseméret figyelembe vehető-e?

6. Összegzés

A dolgozat témája időszerű, eredményei jelentősek, mind az alapkutatás, mind az alkalmazások tekintetében. A kidolgozás igényes, a leírások világosak, jól követhetők, megfelelően illusztráltak.

A megfogalmazott 3 tézist elfogadom új tudományos eredményként. A doktori művet nyilvános vitára alkalmasnak tartom.

Az MTA doktora cím megadását javasolom.

Budapest, 2017. november 14.

Béda Péter
az MTA doktora